

Compact wheel hub drive

Patent Number: DE19805679
Publication date: 1999-08-19
Inventor(s): BLUMENTHAL ULRICH (DE); EICKHOFF HANS-JUERGEN (DE); GOHLKE MARTIN (DE)
Applicant(s): ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN (DE)
Requested Patent: ☐ DE19805679
Application Number: DE19981005679 19980212
Priority Number(s): DE19981005679 19980212
IPC Classification: B60K1/00 ; H02K7/116
EC Classification: H02K7/116, B60K7/00E, B60K17/04B1
Equivalents:

Abstract

The wheel hub drive has an electric motor whose outside stator (5) with axially protruding end-windings surrounds a rotor (7) which drives a wheel hub (1) via two planetary sets (8,20), each with a sun gear (10,22), a hollow gear (9,21) and a planet carrier (11,23) on which are supported the planet wheels (12,24) that engage the relevant sun and hollow gears. The planetary sets are located to the side of the rotor. A planetary set lies radially inside the end-windings and fixed parts of the sets are connected to the stator. The planetary sets are coupled via a coupling shaft to a two-stage gearbox. The set lying radially inside the end-windings is overlapped axially by the end-windings.



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 198 05 679 A 1**

51 Int. Cl.⁶:
B 60 K 1/00
H 02 K 7/116

21 Aktenzeichen: 198 05 679.6
22 Anmeldetag: 12. 2. 98
43 Offenlegungstag: 19. 8. 99

DE 198 05 679 A 1

71 Anmelder:
ZF Friedrichshafen AG, 88046 Friedrichshafen, DE

72 Erfinder:
Blumenthal, Ulrich, 33100 Paderborn, DE; Gohlke,
Martin, 88069 Tettnang, DE; Eickhoff, Hans-Jürgen,
88069 Tettnang, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

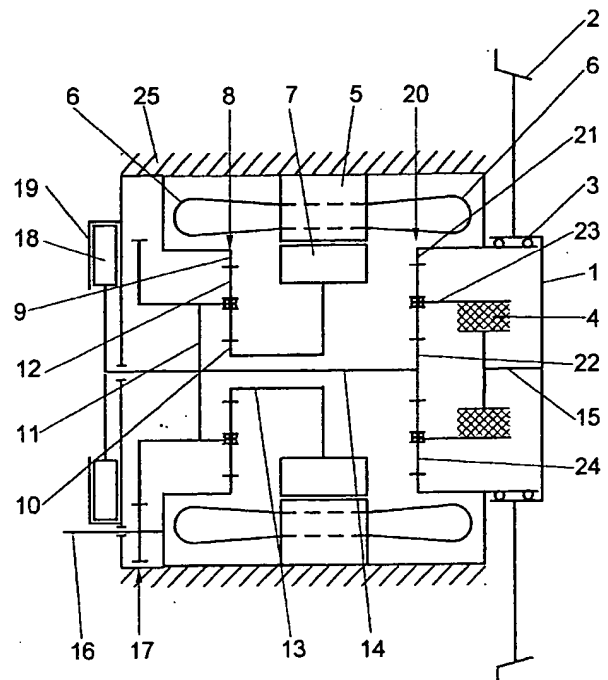
DE	41 27 257 C2
DE	197 23 776 A1
DE	195 31 956 A1
DE	36 20 363 A1
DE	30 36 465 A1
DE	30 32 587 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Radnabenantrieb mit einem Elektromotor

57 Die Erfindung betrifft einen Radnabenantrieb mit einem Elektromotor, dessen außen liegender Stator (5) mit axial vorstehenden Wicklungsköpfen (6) einen Rotor (7) umgibt, der über zwei Planetensätze (8, 20) mit jeweils einem Sonnenrad (10, 22), einem Hohlrad (9, 21) und einem Planetenträger (11, 23), auf dem Planetenräder (12, 24) gelagert sind, die mit dem zugehörigen Sonnenrad (10, 22) und Hohlrad (9, 21) kämmen, eine Radnabe (1) antreibt, wobei die Planetensätze (8, 20) seitlich des Rotors (7) angeordnet sind und zumindest ein Planetensatz (8, 20) radial innerhalb der Wicklungsköpfe (6) liegt und feststehende Teile der Planetensätze (8, 20) mit dem Stator (5) verbunden sind.

Um einen kompakten Radantrieb mit einer großen Variantenvielzahl in bezug auf die Gesamtübersetzung zu erhalten, wird vorgeschlagen, daß die Planetensätze (8, 20) über eine Koppelwelle (14) zu einem zweistufigen Getriebe gekoppelt sind und der radial innerhalb der Wicklungsköpfe (6) liegende Planetensatz (8, 20) von den Wicklungsköpfen (6) axial überdeckt ist.



DE 198 05 679 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Radnabenantrieb mit einem Elektromotor nach dem Oberbegriff von Anspruch 1.

Derartige Radantriebe dienen in der Regel zum Antrieb von Einzelrädern von Schienenfahrzeugen, z. B. Niederflurstraßenbahnen, oder von Bussen. Sie erfüllen die Forderungen nach hoher Flexibilität des Antriebs, verteilen die Antriebsleistung auf mehrere, damit redundante Antriebseinheiten und ermöglichen Fahrwerke ohne durchgehende Achswellen. Geringe, ungefederte Massen auf der Radseite begünstigen ferner den Fahrkomfort.

Im Zusammenhang mit elektrischen Fahrmotoren von Schienenfahrzeugen ist aus der DE 30 36 465 A1 ein Antrieb mit einem Elektromotor und einem Planetengetriebe bekannt. Das Planetengetriebe hat zwei parallel geschaltete Planetensätze, die zu beiden Seiten eines Rotors des Elektromotors angeordnet sind. Dieser treibt die Hohlräder der Planetensätze an, während die Planetenträger mit einem feststehenden Antriebsgehäuse und die Sonnenräder mit einer Abtriebswelle verbunden sind. Die Hohlräder liegen radial innerhalb des Stators. Die installierbare Gesamtübersetzung ist durch die einstufige Anordnung der parallel geschalteten Planetensätze und durch die Durchmesser der Hohlräder begrenzt. Außerdem beanspruchen die Planetensätze einen erheblichen axialen Bauraum.

Es ist ferner aus der DE 195 31 956 A1 ein Einzelradantrieb für elektrische Fahrzeuge bekannt, wobei das Antriebsaggregat abgefedert am Fahrwerk angeordnet ist. Ein feststehendes Antriebsgehäuse ist mit einem Stator eines Elektromotors verbunden, dessen Rotor ein Sonnenrad eines Planetensatzes antreibt, dessen Hohlrad mit dem Stator und dessen Planetenträger mit einer Abtriebswelle verbunden ist. Zur platzsparenden, kurzen Antriebsbauweise wird das Hohlrad zumindest teilweise axial von den Wicklungsköpfen der Statorwicklung überdeckt. Durch die Einstufigkeit des Planetensatzes ist die installierbare Gesamtübersetzung stark eingeschränkt, selbst wenn man abgestufte Planetenräder verwendet, die die axiale Baulänge vergrößern. Die Abtriebswelle ist über eine drehelastische Kupplung mit einem Treibrad verbunden, so daß Drehschwingungen vom Treibrad nicht oder nur gedämpft auf den Antrieb übertragen werden.

Aus der DE 36 20 363 A ist ein Elektroantrieb für Kraftfahrzeuge mit mindestens einem Elektromotor und mit einem an den Rotor des Elektromotors angeschlossenen Planetengetriebe bekannt. Der im Rotor des Elektromotors liegende Stator hat einen inneren Hohlraum, in dem mindestens ein wesentlicher Teil des angeschlossenen Planetengetriebes untergebracht ist. Das Planetengetriebe kann auch zweistufig ausgebildet sein. Durch die Anordnung des Planetengetriebes im Stator des Elektromotors ist zwar die axiale Baulänge des Antriebs sehr kurz, um allerdings eine ausreichende, installierbare Gesamtübersetzung zu erreichen, wird der Durchmesser des Elektromotors und damit des gesamten Antriebs stark zunehmen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen kompakten Radnabenantrieb mit einer Vielzahl von Übersetzungsvarianten zu schaffen. Sie wird gemäß der Erfindung durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Weitere Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Nach der Erfindung nutzen die Planetensätze die Freiräume innerhalb der Wicklungsköpfe, so daß man eine sehr kurze Baulänge erreicht. Außerdem läßt sich durch die zweistufige Kopplung eine Variantenvielfalt von Übersetzungen realisieren, wodurch sich eine große Freiheit bei der Wahl selbst relativ großer Gesamtübersetzungen ergibt.

Für die Anwendung in Schienenfahrzeugen ist oftmals

eine hohe Lebensdauer gefordert. Dieser Forderung kann man wirtschaftlich dann Rechnung tragen, wenn alle Bauteile unter den gegebenen Beanspruchungskollektiven eine möglichst gleiche Lebensdauer erreichen. Bei Planetengetrieben mit Übersetzungen von sechs bis hin zu zwölf ist dies besonders gut mit zweistufigen Getriebeanordnungen möglich. Dies läßt bei einer großen Gesamtübersetzung einerseits relativ geringe Übersetzungen pro Stufe zu und ermöglicht andererseits relativ viele Planetenräder pro Stufe.

Die Ansprüche 2 bis 7 beinhalten verschiedene Übersetzungskonzepte. Dabei können die Planetensätze zu beiden Seiten des Rotors oder nur auf einer Seite des Rotors angeordnet werden. Sind beide Planetensätze auf einer Seite des Rotors angeordnet, eröffnet sich die Möglichkeit, den zweiten Planetensatz axial an den Wicklungsköpfen vorbeizuführen, um eine besonders große zweite Planetenstufe und damit eine große Gesamtübersetzung zu erzielen.

Die erfindungsgemäße Anordnung der Planetensätze ergibt einerseits einen äußerst kompakten Antrieb, andererseits werden durch den hohen Integrationsgrad nur wenige Bauteile benötigt. So kann das Antriebsgehäuse Teil des Fahrwerks bzw. der Federung sein. Ferner sind der Elektromotor und Planetensätze im gleichen Gehäuse untergebracht, das zugleich die Radlagerung tragen kann. Dabei kann die Radlagerung gleichzeitig zur Lagerung der Getriebeabtriebswelle herangezogen werden. Schließlich kann der Elektromotor und das Getriebe mit der gleichen Kühlung, z. B. Wasser- oder Luftkühlung, gekühlt werden.

Nach einer Ausgestaltung ist das Antriebsgehäuse mit einem Abtriebsglied des zweiten Planetensatzes verbunden und auf einer starren Achse rotierend gelagert. Neben der kompakten, stabilen Bauweise ergibt sich hierbei die Möglichkeit, den Radkranz am Umfang des rotierenden Abtriebsgehäuses zu befestigen, wobei zur Veränderung der Spurweite der Radkranz längs der axialen Erstreckung des Abtriebsgehäuses versetzt werden kann.

Soll mit dem gleichen Radnabenantrieb ein gegenüberliegendes Rad auf der anderen Fahrzeugseite angetrieben werden, ist es zweckmäßig eine Nebenabtriebswelle vorzusehen, die über eine Stirnradstufe, z. B. vom Planetenträger des ersten Planetensatzes oder der Koppelwelle, angetrieben wird. Der Achsversatz der Nebenabtriebswelle zur Abtriebswelle des Radnabenantriebs gestattet es, die Nebenabtriebswelle unter einem tief liegenden Flur eines niederflurigen Fahrzeugs auf die andere Fahrzeugseite zu führen.

Die erfinderische Anordnung der Planetensätze in Verbindung mit einem feststehenden oder rotierenden Antriebsgehäuse eröffnen zahlreiche Variationsmöglichkeiten für die Anordnung einer Bremse. Aus Sicherheitsgründen ist es dabei zweckmäßig, eine Bremsscheibe mit einem Abtriebsglied des zweiten Planetensatzes zu verbinden und eine zugehörige Bremszange an einem feststehenden Gehäuse anzubauen, da so nur sehr wenige Bauteile einen Ausfall der Bremse verursachen können. Sollen die Bremsscheiben jedoch mit einer größeren Drehzahl angetrieben werden, um die Bremsleistung zu erhöhen, kann die Bremsscheibe mit dem Planetenträger der ersten Planetenstufe verbunden werden.

Weitere Vorteile ergeben sich aus der folgenden Zeichnungsbeschreibung. In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt. Die Beschreibung und die Ansprüche enthalten zahlreiche Merkmale in Kombination. Der Fachmann wird die Merkmale zweckmäßigerweise auch einzeln betrachten und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfassen.

Es zeigen:

Fig. 1 einen schematisch gehaltenen Längsschnitt durch einen erfindungsgemäßen Radnabenantrieb mit einer Ne-

benabtriebswelle;

Fig. 2 bis 7 entsprechende Längsschnitte von Varianten eines Radnabenantriebs nach Fig. 1 und

Fig. 8 bis 9 einen schematischen Querschnitt durch eine Federung eines Radnabenantriebs an einem Fahrwerk.

Der Radnabenantrieb dient zum Antrieb eines Fahrzeugrades, z. B. für Schienenfahrzeuge mit einer Radnabe 1, die mit einem Radkranz 2 verbunden ist. Der Radantrieb besitzt ein Antriebsgehäuse 25, das entweder fest steht (Fig. 1, Fig. 5 bis 7), oder um eine starre Achse 26 dreht (Fig. 2 bis 4). Im zweiten Fall ist der Radkranz 2 am Antriebsgehäuse 25 befestigt, so daß die Radnabe 1 und das Antriebsgehäuse 25 ein Bauteil bilden. Hierbei kann der Radkranz 2 über die axiale Erstreckung des Antriebsgehäuses 25 versetzt werden, wodurch sich unterschiedliche Spurweiten des Fahrzeugs erreichen lassen.

Der Radnabenantrieb hat einen Elektromotor, in der Regel einen Drehstromasynchronmotor, dessen außen liegender Stator 5 und seine axial vorstehenden Wicklungsköpfe 6 einen Rotor 7 umgeben, der über zwei Planetensätze 8, 20, die zu einem zweistufigen Planetengetriebe miteinander gekoppelt sind, die Radnabe 1 antreibt.

Der erste Planetensatz 8 der ersten Stufe hat ein erstes Hohlrad 9, ein erstes Sonnenrad 10 und einen ersten Planetenträger 11, auf dem erste Planetenräder 12 gelagert sind, die mit dem ersten Hohlrad 9 und dem ersten Sonnenrad 10 kämmen. Der zweite Planetensatz 20, der die zweite Stufe bildet, hat ein zweites Hohlrad 21, ein zweites Sonnenrad 22 und einen zweiten Planetenträger 23, auf dem zweite Planetenräder 24 gelagert sind, die mit dem zweiten Hohlrad 21 und dem zweiten Sonnenrad 22 kämmen.

Die Planetensätze 8, 20 können auf einer Seite (Fig. 2 bis 4) oder auf gegenüberliegenden Seiten (Fig. 1, 5 bis 7) des Rotors 7 angeordnet sein. In bezug auf die axiale Baulänge des Radantriebs ist es zweckmäßig, daß beide Planetensätze 8, 20 radial innerhalb der Wicklungsköpfe 6 des Stators 5 liegen und von diesen axial überdeckt werden. Wie Fig. 2 zeigt, kann es jedoch auch vorteilhaft sein, daß ein Planetensatz 20 sowohl seitlich vom Rotor 7 als auch vom Stator 5 mit seinen Wicklungsköpfen 6 angeordnet ist, um eine möglichst große Gesamtübersetzung zu erreichen. Erhält der zweite Planetensatz den größeren Durchmesser, berücksichtigen die größeren Durchmesser der Zahnräder 21, 22, 24 ebenfalls das höhere Drehmoment der zweiten Stufe. Somit kann eine gleichmäßige Auslastung und gleiche Lebensdauer für beide Getriebestufen erzielt werden.

Bei der Ausführung nach Fig. 1, bei der das feststehende Antriebsgehäuse 25 mit dem Stator 5 verbunden ist, sind das erste Hohlrad 9 und das zweite Hohlrad 21 mit dem Stator 5 direkt oder indirekt verbunden. Der Rotor 7 treibt über eine Abtriebswelle 13, das erste Sonnenrad 10, das erste Planetenrad 12 den ersten Planetenträger 11 an, der über eine Koppelwelle 14 mit dem zweiten Sonnenrad 22 verbunden ist. Dieses treibt über die zweiten Planetenräder 24 den zweiten Planetenträger 23 an, der über einen Schwingungsdämpfer 4 und eine Abtriebswelle 15 mit der Radnabe 1 verbunden ist. Die Koppelwelle 14 trägt eine Bremsscheibe 18, die mit einer am Bremsgehäuse 25 befestigten Bremszange 19 zusammenwirkt. Hierbei wird das Fahrwerk nicht von Bremsmomenten bzw. Bremskräften belastet. Mit dem ersten Planetenträger 11 ist eine Stirnradstufe 17 verbunden, die eine Nebenabtriebswelle 16 antreibt. Diese wird z. B. unter einem tiefliegenden Boden eines niederflurigen Fahrzeugs zur anderen Fahrzeugseite geführt, um über eine entsprechende Stirnradstufe ein weiteres Rad anzutreiben.

Die Ausführung nach Fig. 2 unterscheidet sich von der Ausführung nach Fig. 1 dadurch, daß das Antriebsgehäuse 25 auf einer starren Achse 26 rotiert und die Planetensätze 8,

20 auf einer Seite des Rotors 7 liegen. Dabei liegt der zweite Planetensatz 20 neben dem Elektromotor 5, 6, 7, wodurch sich eine große Übersetzungsstufe und Gesamtübersetzung erreichen läßt. Das rotierende Antriebsgehäuse 25 trägt den Radkranz 2 und wird von dem zweiten Planetenträger 23 angetrieben. Der zweite Planetenträger 23 kann gleichzeitig die Funktion der Abtriebswelle 15 übernehmen, so daß eine besondere Abtriebswelle 15 entfallen kann. Die Bremsscheibe 18 ist in diesem Fall über das rotierende Antriebsgehäuse 25 mit einem Abtriebsselement des zweiten Planetensatzes 20, nämlich dem zweiten Planetenträger 23 verbunden. Während die Bremszange 19 am Fahrwerk 28 festgehalten wird.

Die Ausführung nach Fig. 3 unterscheidet sich von der Ausführung nach Fig. 2 dadurch, daß der erste Planetenträger 11 und das zweite Hohlrad 21 mit dem Stator 5 verbunden ist, während das erste Hohlrad 9 über die Koppelwelle 14 mit dem zweiten Sonnenrad 22 verbunden ist. Eine weitere Variante zeigt Fig. 4, bei der der erste Planetenträger 11 und der zweite Planetenträger 23 mit dem Stator 5 verbunden ist und das Antriebsgehäuse 25 von dem zweiten Hohlrad 21 über die Abtriebswelle 15 angetrieben wird. Beide Planetensätze liegen auf einer Seite des Rotors 7 und beide werden von den Wicklungsköpfen 6 des Stators 5 überdeckt. Die Bremsscheibe 18 ist mit der Koppelwelle 14 verbunden und dreht daher schneller als das Antriebsgehäuse 25, mit dem die Bremsscheibe 18 nach Fig. 3 verbunden ist. Die Variante nach Fig. 5 unterscheidet sich im wesentlichen von dem Radantrieb nach Fig. 1 dadurch, daß das erste Hohlrad 9 und der zweite Planetenträger 23 mit dem Stator 5 verbunden sind, während der erste Planetenträger 11 über die Koppelwelle 14 mit dem zweiten Sonnenrad 22 gekoppelt ist und das zweite Hohlrad 21 mit der Abtriebswelle 15 verbunden ist.

Bei der Ausführung nach Fig. 6 wird im Unterschied dazu der erste Planetenträger 11 über die Abtriebswelle 13 vom Rotor 7 angetrieben, wobei die Abtriebswelle 13 und der Planetenträger 11 zu einem Bauteil zusammengefaßt sein können. Während das erste Sonnenrad 10 über den zweiten Planetenträger 23 mit dem Stator 5 verbunden ist, ist das erste Hohlrad 9 über die Koppelwelle 14 mit dem zweiten Sonnenrad 22 gekoppelt. Das zweite Hohlrad 21 treibt die Abtriebswelle 15.

Bei der Ausführung nach Fig. 7 treibt der Rotor 7 über die Abtriebswelle 13 das erste Hohlrad 9 an, während der erste Planetenträger 11 über die Koppelwelle 14 mit dem zweiten Sonnenrad 22 gekoppelt ist. Das erste Sonnenrad 10 und das zweite Hohlrad 21 sind miteinander und mit dem Stator 5 verbunden. Wie bei der Ausführung nach Fig. 1 ist der zweite Planetenträger 23 mit der Abtriebswelle 15 verbunden.

In den Ausführungen nach Fig. 1, Fig. 5 bis 7 ist die Bremsscheibe 18 mit der Koppelwelle 14 verbunden. Da sich jedoch die Koppelwelle 14 aufgrund der unterschiedlichen Anbindungen mit unterschiedlichen Drehzahlen dreht, werden auch die Bremsscheiben 18 in den genannten Varianten mit unterschiedlichen Drehzahlen angetrieben.

Bei den vorstehend genannten Varianten ist die Radnabe 1 mittels eines Radlagers 3 auf einem Vorsprung des Gehäuses 25 gelagert. Dieses Radlager 3 dient gleichzeitig zur Lagerung der Abtriebswelle 15 und der damit verbundenen Abtriebsselemente des zweiten Planetensatzes 20.

Das Antriebsgehäuse 25 kann direkt an die Federung 27 zum Fahrwerk 28 angebaut werden. Damit ist der Radnabenantrieb auch ein Teil der Radaufhängung und der Federung. Die Fig. 8 und 9 zeigen Beispiele einer Federung mit einer Schwingenführung und einer Parallelführung.

Bezugszeichenliste

1 Radnabe	
2 Radkranz	
3 Radlager	
4 Schwingungsdämpfer	
5 Stator	
6 Wicklungskopf	
7 Rotor	
8 erster Planetensatz	
9 erstes Hohlrad	
10 erstes Sonnenrad	
11 erster Planetenträger	
12 erstes Planetenrad	
13 Abtriebswelle	
14 Koppelwelle	
15 Abtriebswelle	
16 Nebenabtriebswelle	
17 Stirnradstufe	
18 Bremsscheibe	
19 Bremszange	
20 zweiter Planetensatz	
21 zweites Hohlrad	
22 zweites Sonnenrad	
23 zweiter Planetenträger	
24 zweites Planetenrad	
25 Antriebsgehäuse	
26 Achse	
27 Federung	
28 Fahrwerk	

Patentansprüche

1. Radnabenantrieb mit einem Elektromotor, dessen außen liegender Stator (5) mit axial vorstehenden Wicklungsköpfen (6) einen Rotor (7) umgibt, der über zwei Planetensätze (8, 20) mit jeweils einem Sonnenrad (10, 22), einem Hohlrad (9, 21) und einem Planetenträger (11, 23), auf dem Planetenräder (12, 24) gelagert sind, die mit dem zugehörigen Sonnenrad (10, 22) und Hohlrad (9, 21) kämmen, eine Radnabe (1) antreibt, wobei die Planetensätze (8, 20) seitlich des Rotors (7) angeordnet sind und zumindest ein Planetensatz (8, 20) radial innerhalb der Wicklungsköpfe (6) liegt und feststehende Teile der Planetensätze (8, 20) mit dem Stator (5) verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Planetensätze (8, 20) über eine Koppelwelle (14) zu einem zweistufigen Getriebe gekoppelt sind und der radial innerhalb der Wicklungsköpfe (6) liegende Planetensatz (8, 20) von den Wicklungsköpfen (6) axial überdeckt ist.
2. Radnabenantrieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Hohlräder (9, 21) mit dem Stator (5) verbunden sind und der Rotor (7) das erste Sonnenrad (10) antreibt, der erste Planetenträger (11) mit dem zweiten Sonnenrad (22) gekoppelt ist und der zweite Planetenträger (23) mit einer Abtriebswelle (15) verbunden ist (Fig. 1).
3. Radnabenantrieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Planetenträger (11) und das zweite Hohlrad (21) mit dem Stator (5) verbunden sind, das erste Hohlrad (9) mit dem zweiten Sonnenrad (22) gekoppelt und der zweite Planetenträger (23) mit der Abtriebswelle (15) verbunden ist (Fig. 3).
4. Radnabenantrieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Planetenträger (11, 23) mit dem Stator (5) verbunden sind, der Rotor (7) das erste Sonnenrad (10) antreibt, das erste Hohlrad (9) mit

dem zweiten Sonnenrad (22) gekoppelt ist und das zweite Hohlrad (21) mit der Abtriebswelle (15) verbunden ist (Fig. 4).

5. Radnabenantrieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Hohlrad (9) und der zweite Planetenträger (23) mit dem Stator (5) verbunden sind, der Rotor (7) das erste Sonnenrad (10) antreibt, der erste Planetenträger (11) mit dem zweiten Sonnenrad (22) gekoppelt ist und die Abtriebswelle (15) mit dem zweiten Hohlrad (21) verbunden ist (Fig. 5).

6. Radnabenantrieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Sonnenrad (10) über den zweiten Planetenträger (23) mit dem Stator (5) verbunden ist, der Rotor (7) den ersten Planetenträger (11) antreibt, das erste Hohlrad (9) mit dem zweiten Sonnenrad (22) gekoppelt ist und die Abtriebswelle (15) mit dem zweiten Hohlrad (21) verbunden ist.

7. Radnabenantrieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Sonnenrad (10) und das zweite Hohlrad (21) mit dem Stator (5) verbunden sind, der Rotor (7) das erste Hohlrad (9) antreibt, der erste Planetenträger (11) mit dem zweiten Sonnenrad (22) gekoppelt ist und die Abtriebswelle (15) mit dem zweiten Planetenträger (23) verbunden ist (Fig. 7).

8. Radnabenantrieb nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Planetensätze (8, 20) auf einer Seite des Rotors (7) angeordnet sind (Fig. 2, 3, 4).

9. Radnabenantrieb nach einem der Ansprüche 1-7, dadurch gekennzeichnet, daß die Planetensätze (8, 20) auf gegenüberliegenden Seiten des Rotors (7) angeordnet sind (Fig. 1, 5, 6, 7).

10. Radnabenantrieb nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Antriebsgehäuse (25) mit einem Abtriebsglied des zweiten Planetensatzes (20) verbunden ist und auf einer starren Achse (26) rotiert (Fig. 2, 3, 4).

11. Radnabenantrieb nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß ein Radkranz (2) am Umfang des rotierenden Antriebsgehäuses (25) befestigt ist.

12. Radnabenantrieb nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Planetenträger (11) bzw. eine Koppelwelle (14) über eine Stirnradstufe (17) eine Nebenabtriebswelle (16) antreibt (Fig. 1).

13. Radnabenantrieb nach einem der Ansprüche 1-9, 11 oder 12 mit einem feststehenden Antriebsgehäuse (25), dadurch gekennzeichnet, daß das Antriebsgehäuse (25) direkt an eine Federung (27) zu einem Fahrwerk (28) angebaut ist.

14. Radnabenantrieb nach einem der Ansprüche 1-9, 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß eine Radlagerung (3) zugleich die Abtriebswelle (15) lagert.

15. Radnabenantrieb nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Elektromotor und das Getriebe eine gemeinsame Kühlung haben.

16. Radnabenantrieb nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine Bremsscheibe (18) mit dem ersten Planetenträger (11) verbunden ist und die Lagerung des ersten Planetenträgers (11) zugleich zur Lagerung der Bremsscheibe (18) dient und eine zugehörige Bremszange (19) direkt am feststehenden Antriebsgehäuse (25) angebaut ist (Fig. 1).

Hierzu 8 Seite(n) Zeichnungen

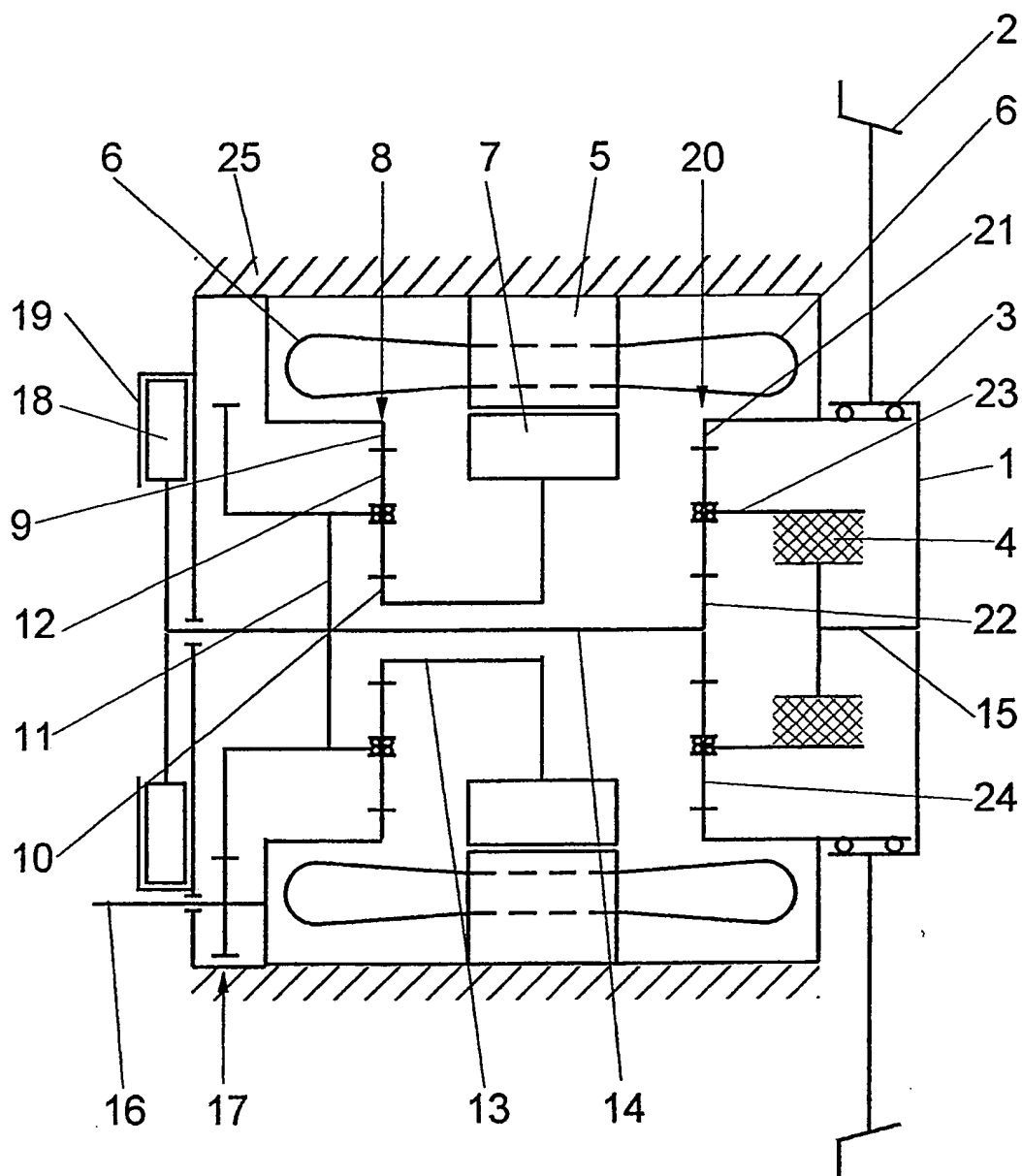


Fig. 1

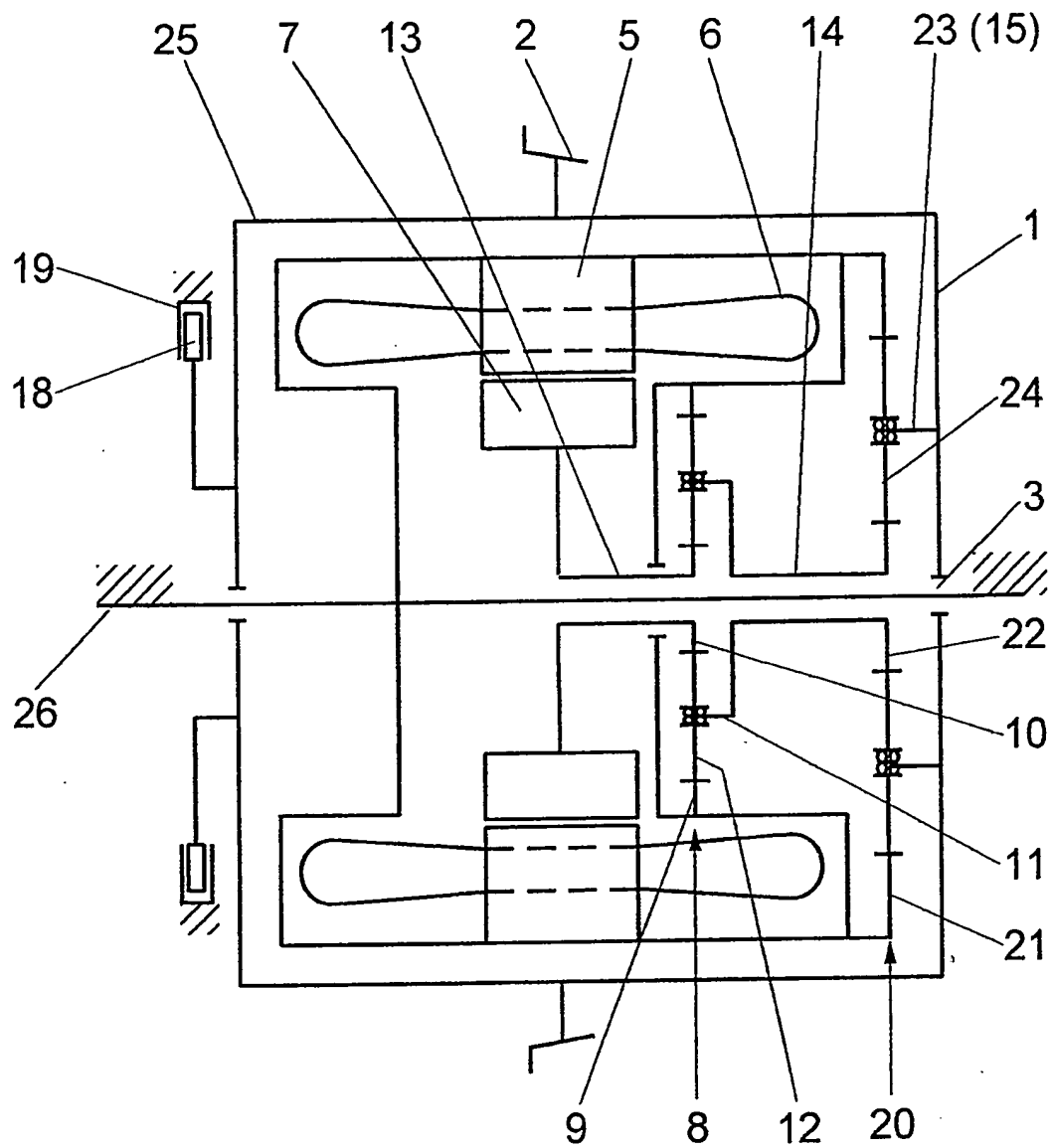


Fig. 2

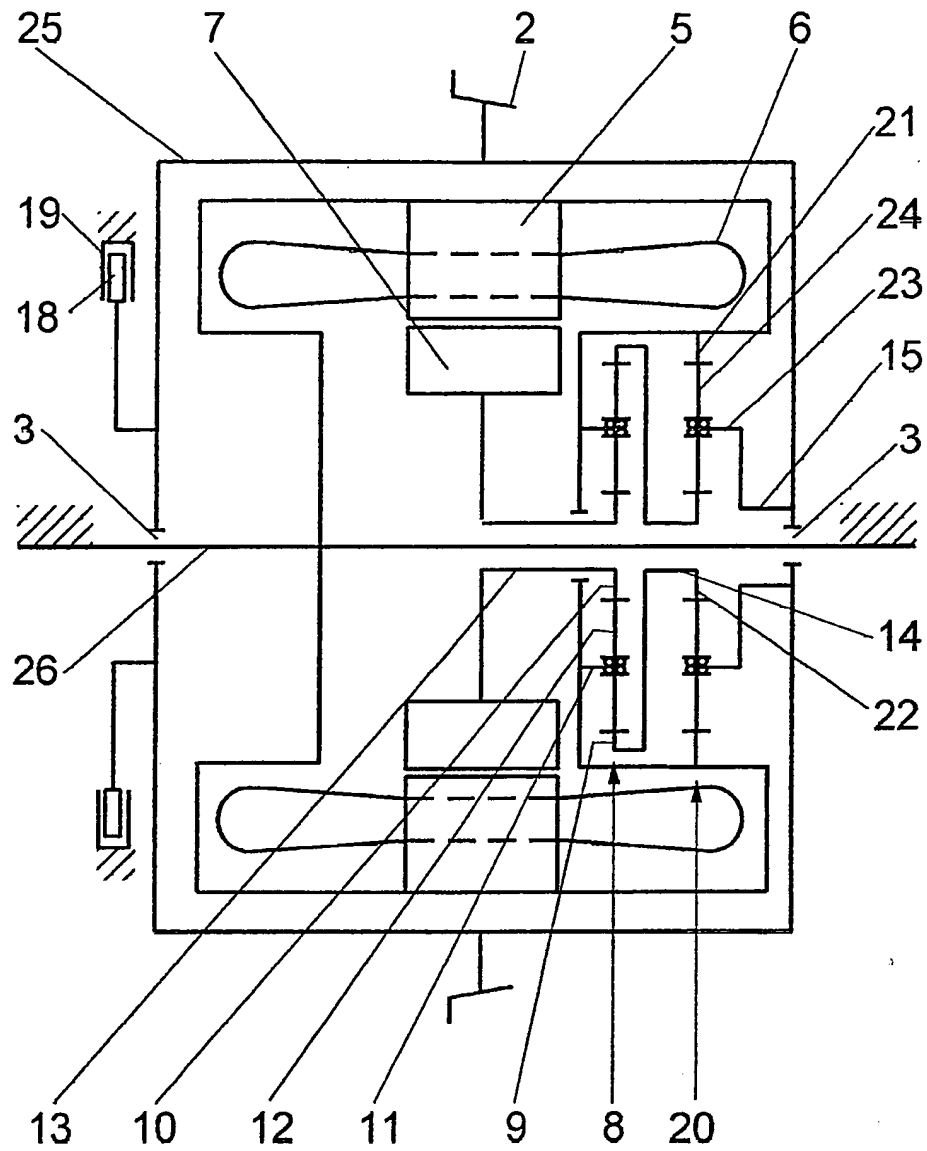


Fig. 3

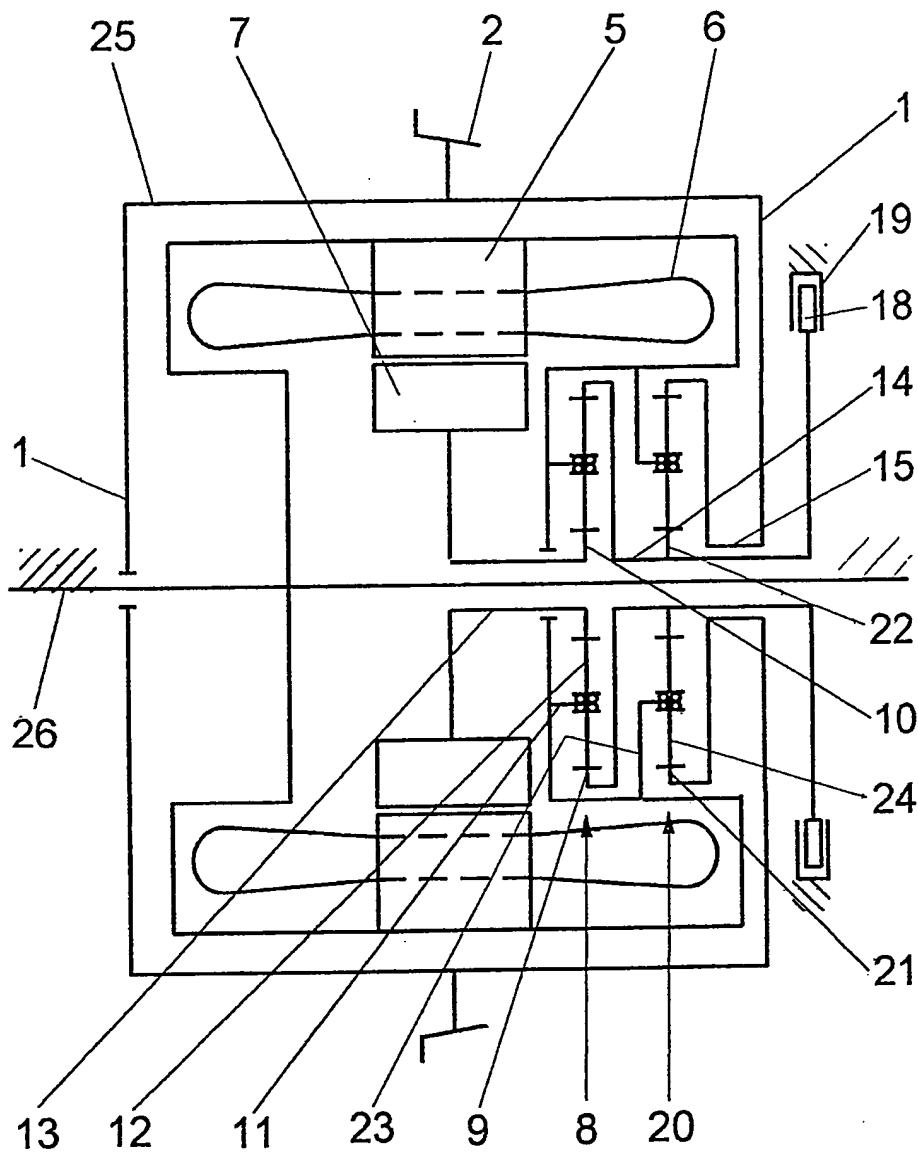


Fig. 4

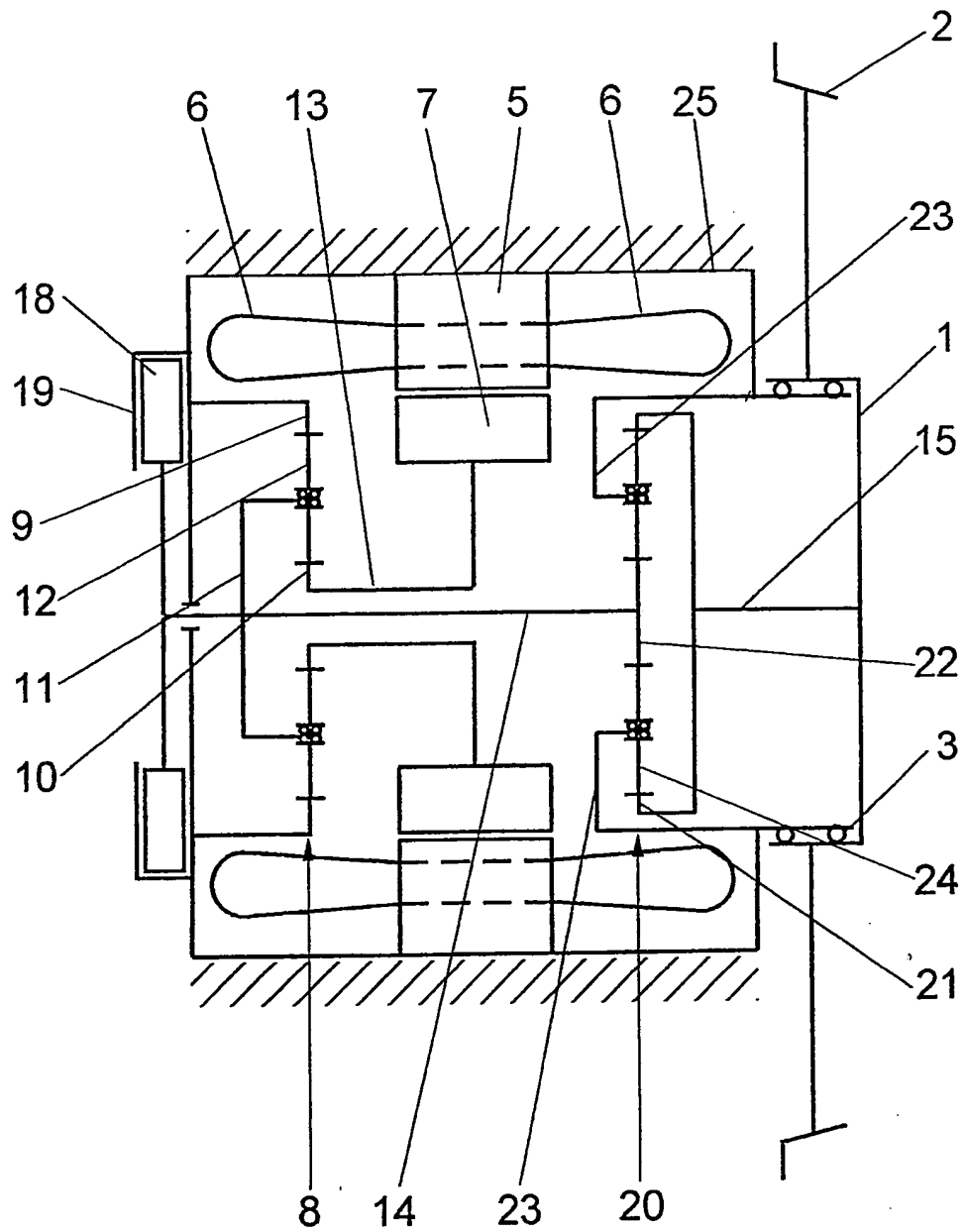


Fig. 5

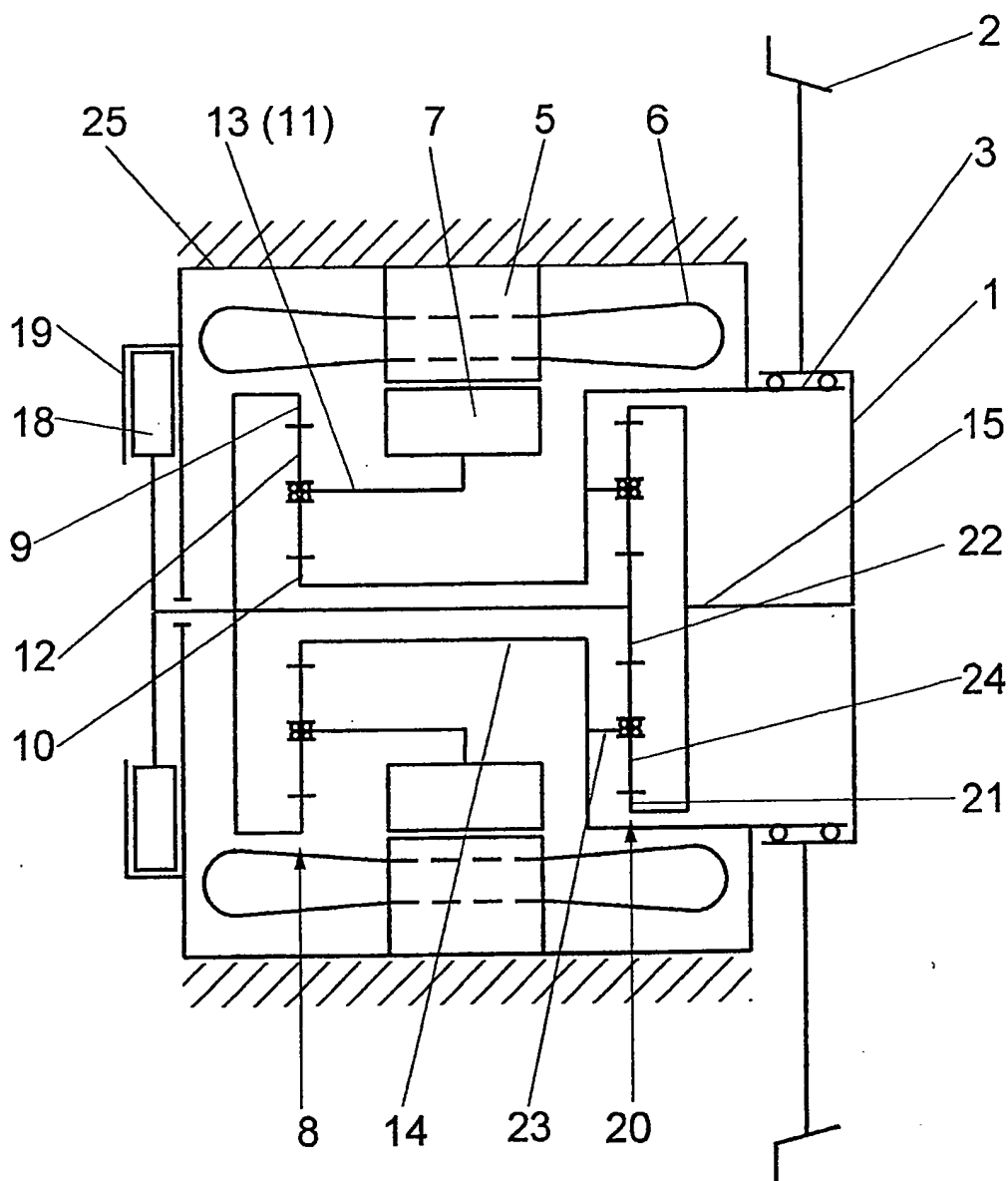


Fig. 6

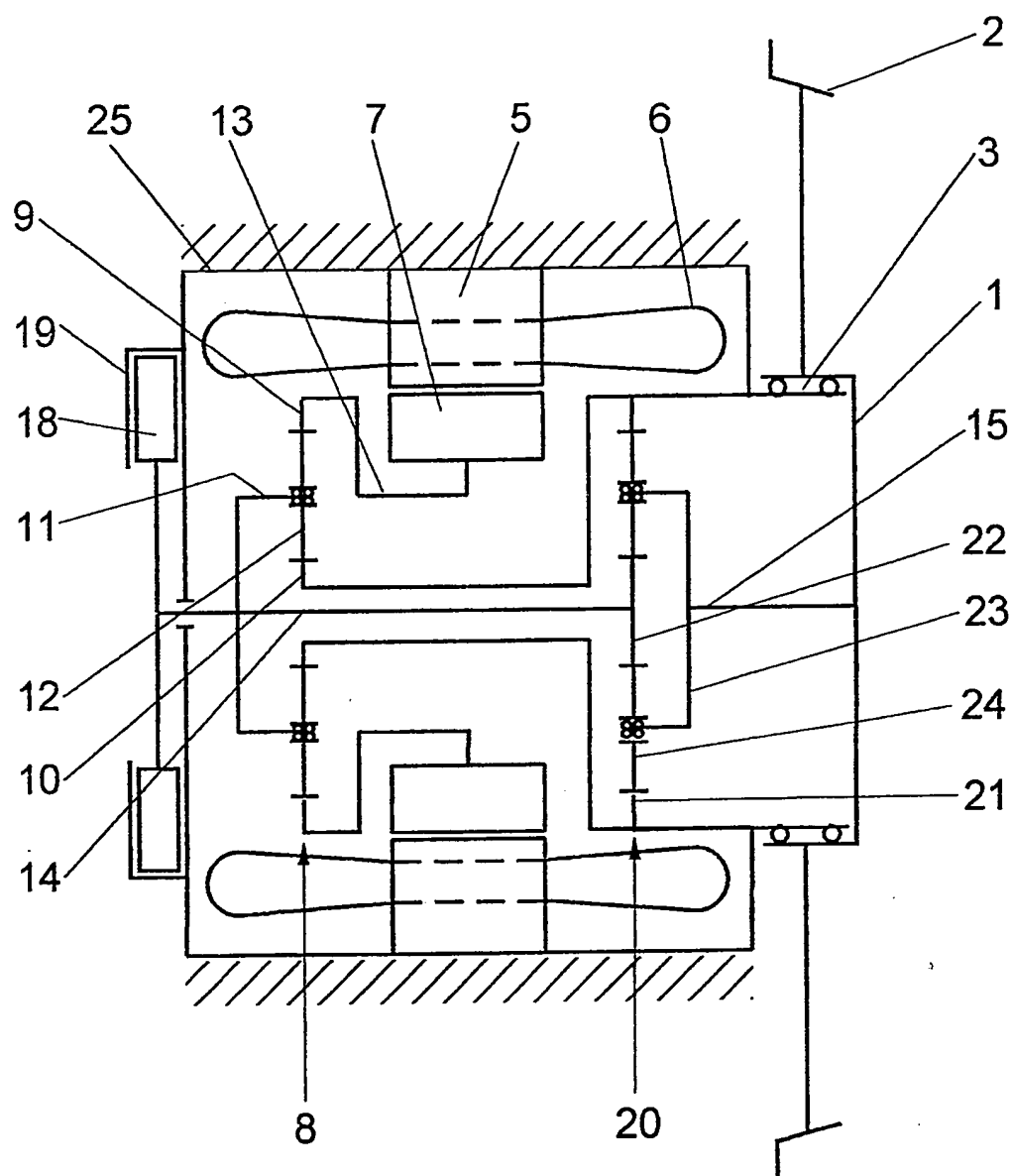


Fig. 7

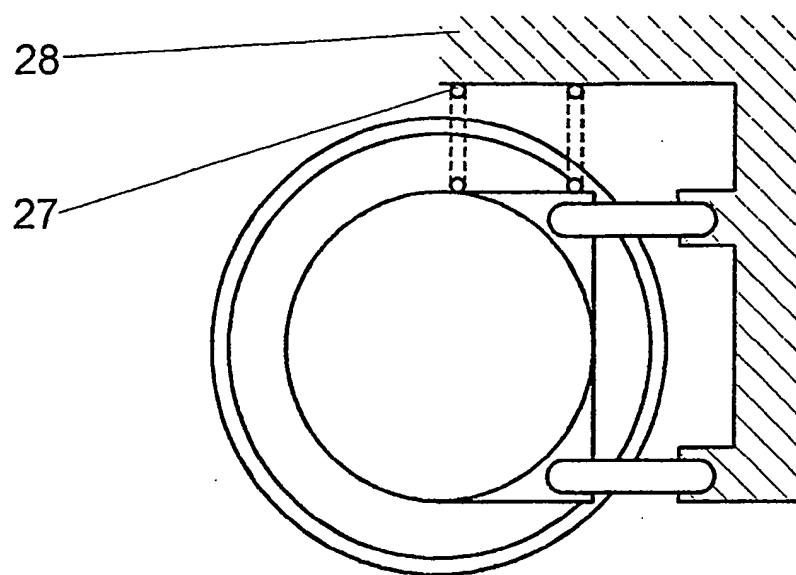


Fig. 8

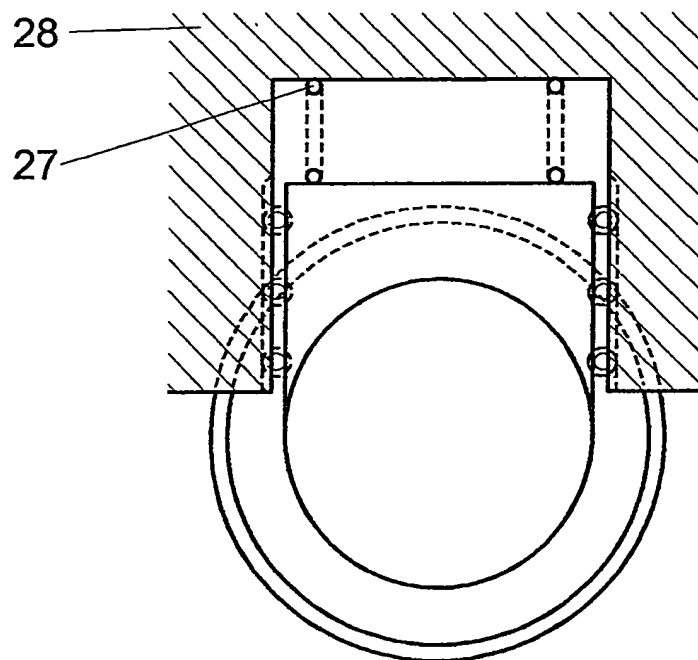


Fig. 9